

CONTROLLER OF INDUCTION MACHINE FOR VEHICLE**Publication number:** JP8331772 (A)**Publication date:** 1996-12-13**Inventor(s):** SASAKI KAZUYA**Applicant(s):** TOYOTA MOTOR CORP**Classification:**

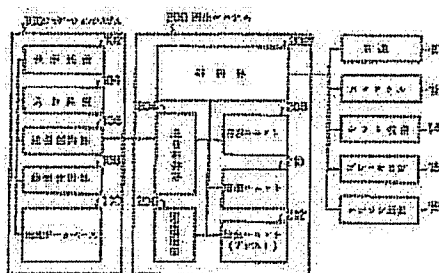
- international: B60T1/10; B60K6/20; B60K6/485; B60L7/22; B60W10/08; B60W10/26; B60W20/00; F02D29/06; F02N11/04; H02J7/14; H02K23/52; B60T1/00; B60K6/00; B60L7/00; B60W10/08; B60W10/26; B60W20/00; F02D29/06; F02N11/04; H02J7/14; H02K23/52; (IPC1-7): H02J7/14; B60L7/22; B60T1/10; F02D29/06; F02N11/04; H02K23/52

- European:

Application number: JP19950131383 19950530**Priority number(s):** JP19950131383 19950530**Abstract of JP 8331772 (A)**

PURPOSE: To control in response to an ascent road and a descent road in a vehicle having a motor and generator system and conducting a torque assistance and regenerative brake.

CONSTITUTION: A route to be traveled including the height above sea level obtained by a navigation system 100 is supplied to a regenerative system 200 having a motor and a generator. The controller 202 of the system 200 so controls a discharge unit 212 (motor output amount) that the charging amount of a storage unit 210 becomes substantially '0' immediately before a descent road having a gradient of a predetermined value or more continued to an ascent road in response to the gradient degree of the ascent road for all the ascent roads of the route to be traveled at the ascent road based on the route data. When a flat road except the gradient road is included in the route to be traveled, the unit 212 is so functioned at the flat road as not to exceed the maximum charging amount of the unit 210 at the descent road continued to the flat road.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-331772

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 12月13日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 J 7/14			H 0 2 J 7/14	A
B 6 0 L 7/22			B 6 0 L 7/22	G
B 6 0 T 1/10			B 6 0 T 1/10	
F 0 2 D 29/06			F 0 2 D 29/06	D
F 0 2 N 11/04			F 0 2 N 11/04	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-131383

(22) 出願日 平成 7 年 (1995) 5 月30日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

(72) 発明者 佐々木 和也

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

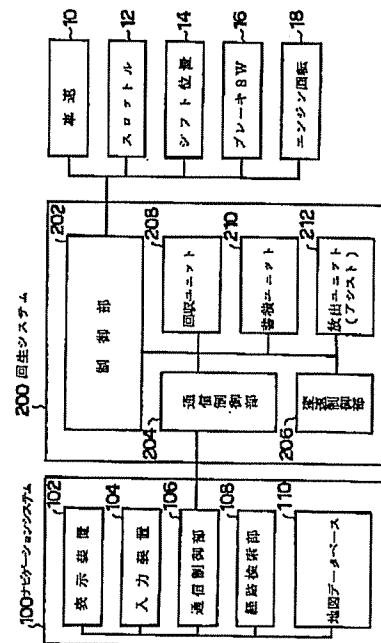
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 車載誘導機の制御装置

(57) 【要約】

【目的】 モータ／ジェネレータシステムを備えトルクアシスト及び回生制動を行う車両において、登坂路及び降坂路に応じた制御を行う。

【構成】 ナビゲーションシステム 100 で得られた標高データを含む走行予定経路はモータ／ジェネレータを有する回生システム 200 に供給される。回生システム 200 の制御部 202 は、経路データに基づいて登坂路では前記走行予定経路中の全登坂路に対するその登坂路の勾配度に応じ、かつ、登坂路に続く所定値以上の勾配を有する降坂路の直前で蓄積ユニット 210 の充電量がほぼ 0 となるように放出ユニット 212 (モータ出力量) を制御する。また、走行予定経路内に勾配路以外の平坦路が含まれている場合には、平坦路に続く降坂路で蓄積ユニット 210 の最大充電量が超えないようにその平坦路で放出ユニット 212 を機能させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 機関駆動系に接続された誘導機及びこの誘導機に接続され電力を供給あるいは蓄積する蓄電器を備えた車両の走行状態に応じて前記誘導機をモータあるいはジェネレータとして機能させる車載誘導機の制御装置であって、

車両の走行予定経路の道路データを記憶する記憶手段と、
前記走行予定経路中に存在する勾配路及び勾配度を検索する勾配路検索手段と、
検索して得られた勾配路の各勾配度に応じて前記誘導機のモータ出力量及びジェネレータ出力量を算出する演算手段と、
を有することを特徴する車載誘導機の制御装置。

【請求項2】 請求項1記載の車載誘導機の制御装置において、

前記演算手段は、前記勾配路が登坂路である場合には、前記走行予定経路中の全登坂路に対するその登坂路の勾配度に応じ、かつ、前記登坂路に続く所定値以上の勾配を有する降坂路の直前で前記蓄電器の充電量がほぼ0となるように前記誘導機のモータ出力量を算出することを特徴とする車載誘導機の制御装置。

【請求項3】 請求項1記載の車載誘導機の制御装置において、

前記演算手段は、前記走行予定経路内に勾配路以外の平坦路が含まれている場合には、平坦路に続く降坂路で前記蓄電器の最大充電量が超えないようにその平坦路での前記誘導機のモータ出力量を算出することを特徴とする車載誘導機の制御装置。

【請求項4】 請求項1または請求項2または請求項3記載の車載誘導機の制御装置において、さらに、車両の目的地における前記蓄電器の目標充電量を設定する設定手段と、

を有し、前記演算手段は、設定された前記目標充電量に応じて前記誘導機のモータ出力量及びジェネレータ出力量を算出することを特徴とする車載誘導機の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は車載誘導機の制御装置、特に登坂路において誘導機をモータ（電動機）として機能させてトルクアシストを行い、降坂路において誘導機をジェネレータ（発電機）として機能させて回生制動を行う制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、機関出力軸に誘導機を装着し、この誘導機にバッテリーやキャパシタなどの蓄電器を接続し、誘導機をモータあるいはジェネレータとして機能させるモータ／ジェネレータシステムあるいはリタダ装置といわれるシステムが提案されている。

【0003】例えば、特開平6-294369号公報に

は、加速時や登坂路においてキャパシタから電力を供給して誘導機をモータとして機能させてトルクアシストを行い、減速時や降坂路において誘導機をジェネレータとして機能させて回生制動を行いキャパシタを充電する構成が示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このように一義的に登坂路では電力を供給してトルクアシストを行い、降坂路では電力を回生する構成では、必ずしも効率の点で最適でない場合がある。車載キャパシタは小型かつ軽量である必要があり、電力の供給と回生が適度に交互に繰り返される場合にはほとんど問題は生じないが、例えば長い登坂路あるいは長い降坂路が続く場合には、問題が生じる可能性がある。つまり、前者の場合には登坂路途中でキャパシタの電力が不十分となってトルクアシストが充分に行えなくなる可能性があり、後者の場合には、降坂路途中でキャパシタの最大充電量を超えてしまい、本来回生して有効に利用できるはずのエネルギーを利用できない可能性がある。

【0005】本発明は上記従来技術の有する課題に鑑みなされたものであり、その目的は走行経路によらず効率良く電力の供給／回生を行い、もって燃費向上を図ることができる車載誘導機の制御装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、機関駆動系に接続された誘導機及びこの誘導機に接続され電力を供給あるいは蓄積する蓄電器を備えた車両の走行状態に応じて前記誘導機をモータあるいはジェネレータとして機能させる車載誘導機の制御装置であって、車両の走行予定経路の道路データを記憶する記憶手段と、前記走行予定経路中に存在する勾配路及び勾配度を検索する勾配路検索手段と、検索して得られた勾配路の各勾配度に応じて前記誘導機のモータ出力量及びジェネレータ出力量を算出する演算手段とを有することを特徴する。

【0007】また、上記目的を達成するために、本発明は、前記演算手段は、前記勾配路が登坂路である場合には、前記走行予定経路中の全登坂路に対するその登坂路の勾配度に応じ、かつ、前記登坂路に続く所定値以上の勾配を有する降坂路の直前で前記蓄電器の充電量がほぼ0となるように前記誘導機のモータ出力量を算出することを特徴とする。

【0008】また、上記目的を達成するために、本発明は、前記演算手段は、前記走行予定経路内に勾配路以外の平坦路が含まれている場合には、平坦路に続く降坂路で前記蓄電器の最大充電量が超えないようにその平坦路での前記誘導機のモータ出力量を算出することを特徴とする。

【0009】また、上記目的を達成するために、本発明

は、さらに、車両の目的地における前記蓄電器の目標充電量を設定する設定手段を有し、前記演算手段は、設定された前記目標充電量に応じて前記誘導機のモータ出力量及びジェネレータ出力量を算出することを特徴とする。

【0010】

【作用】本発明では、従来システムのように登坂路では放出（トルクアシスト）、降坂路では回収（回生制動）を一義的に行うのではなく、走行予定経路に基づいて予め放出／回収の制御スキームを決定し、これに基づいて制御を実行する。すなわち、走行予定経路の勾配データ（本発明では標高データを含む）に基づき、予め走行予定経路に存在する登坂路や降坂路に合致した制御を行う。これにより、登坂路の途中で蓄積エネルギーが不足してトルクアシストができないなどの問題を解消することができる。

【0011】また、本発明では、このように走行予定経路から総合的に放出／回収の制御スキームを決定するので、登坂路に続いてエネルギー回収可能な降坂路が存在する場合には、その登坂路で全ての蓄積エネルギーをトルクアシストに費やすことも可能となり、一層の燃費向上を図ることができる。

【0012】また、本発明では降坂路が長く続いて回収エネルギーが蓄積可能最大エネルギーを超えると予想される場合には、降坂路の手前に存在する平坦路で予めトルクアシストを行って蓄積エネルギーを消費し、降坂路において最大蓄積エネルギーを超えないようにする。これにより、平坦路でのトルクアシストも可能となって燃費向上を図るとともに、従来システムでは最大蓄積量を超えるため回収不能であったエネルギーも回収して利用できるようになる。

【0013】さらに、本発明では車両の目的地での蓄電残量が所望の値になるように制御スキームを決定する。これにより、例えば目的地が谷間等で次の走行に備えて予め十分な充電量を確保しておくことも可能となる。

【0014】なお、本発明における制御スキームの具体的な決定方法については、以下の実施例を参照することにより明らかとなろう。

【0015】

【実施例】以下、図面に基づき本発明の実施例について説明する。

【0016】図1には本実施例の構成ブロック図が示されている。車両にはナビゲーションシステム100及び回生システム200が搭載される。回生システム200には、機関出力軸に装着される誘導機及びこの誘導機に接続される蓄電器を含み、図では誘導機は回収ユニット208及び放出ユニット212として示されており、蓄電器は蓄積ユニット210として示されている。従って、実際の装置では、回収ユニットと放出ユニットは一体のものとして構成される。なお、誘導機をモータある

いはジェネレータとして機能させるインバータは回収ユニット208及び放出ユニット212内に設けられている。また、車速センサ10、スロットル開度センサ12、シフト位置検出センサ14、ブレーキスイッチ16及びエンジン回転数センサ18の各センサが設けられ、これらの検出信号は回生システム200内の制御部202に供給される。制御部202はマイクロコンピュータで構成され、これら各検出信号に基づいて回収ユニット208を機能させて回生制動を行い、回生電力を蓄積ユニットに供給するとともに、放出ユニットを機能させて蓄積ユニットの電力を用いてトルクアシストを行う。基本的な動作としては、機関始動時や加速時、登坂路においては放出ユニットを機能させてトルクアシストを行い、減速時や降坂路においては回収ユニットを機能させて回生制動を行う。

【0017】また、回生システム200は従来のように単独で機能するのではなく、通信制御部204を介してナビゲーションシステム100と接続されている。このナビゲーションシステム100は、表示装置102、入力装置104、通信制御部106、経路検索部108及び地図データベース110を含んで構成されており、入力装置104から入力された目的地や経由地に至る経路を経路検索部108で探索して表示装置102に表示する。但し、本実施例の地図データベースは、各地点の位置情報のみならずその地点の標高データも有しており、経路検索部108で得られた経路データには、各地点の位置情報のみならずその標高データも含まれている。通信制御部106は、このように標高データを含む経路データを回生システム200の通信制御部204に供給し、回生システム200の制御部202は、この経路データに基づいて回収ユニット208及び放出ユニット212の動作を決定する。

【0018】以下、図2のタイミングチャートを用いて本実施例の回収／放出の制御原理を詳細に説明する。

【0019】図2において、(A)は経路データに含まれる標高データ、(B)は蓄積ユニット210に蓄積される蓄積量、(C)は回収ユニットを機能させたとき（つまり誘導機をジェネレータとして機能させたとき）の回収量、(D)は放出ユニットを機能させたとき（つまり誘導機をモータとして機能させたとき）の放出量、(E)は経路データに含まれる位置データである。経路データは、現在地から地点a1までは微小な平坦路及び降坂路を含む登坂路であり、地点a1から地点a2までは降坂路、平坦路及び登坂路であり、地点a2から地点a3までは降坂路及び登坂路であり、地点a3からa4までは降坂路、平坦路及び登坂路であり、地点a4から最終地（目的地）までは降坂路及び平坦路である。なお、図から分かるように、各地点a1、a2、a3、a4は降坂路の開始点を意味している。

【0020】＜登坂路＞これら各区間の登坂路において

は、基本的にトルクアシストを行うために制御部202は放出ユニット212を機能させるが、その際、登坂路の高低差に比例したトルクアシストを行う。すなわち、各登坂路における高低差を Hx とし、登坂路の全高低差

$$AX = q \cdot Hx / Hs$$

とする。但し、 q は所定値である。これにより、運転者の意思とは無関係に平均的で計画的なトルクアシストを行うことができる。例えば、現在地から地点a1まではほぼ登坂路のみであるので、この区間は上記(1)式に従って各登坂路のトルクアシスト量を決定し、放出ユニットを駆動する。なお、登坂路を登り切った地点で蓄積ユニット210にエネルギーが蓄積されている必要はないので、図2(B)に示すように、地点a1に達した時にエネルギー蓄積量は当初の Qs から0になっている。すなわち、本実施例では、予め経路データから次の区間でエ

$$qx = kx \cdot hx$$

となる。但し、 kx は回収エネルギー効率である。従って、各地点a1、a2、...を通過した後は、この(2)式に従って回生制動を行い、エネルギーを回収して蓄積ユニット210に蓄積していく。しかし、降坂路が十分長く続く場合には、回収したエネルギーが蓄積ユニット210で蓄積できる最大量 q_{max} を超える場合も生じ得る。このような場合に対処する方法として、以下の2つの方法がある。

【0022】(i) 回収可能エネルギー qx が最大蓄積量 q_{max} を超える場合には、 qx を q_{max} に置き換え、以降の降坂路におけるエネルギー回収を放棄する。

【0023】(ii) 回収可能なエネルギー qx が最大蓄積量 q_{max} を超えるのであれば、超える前の平坦路で予めトルクアシストを行って蓄積量を減らしておき、全ての降坂路でエネルギー回収を行う。

【0024】図2にはこれら各方法によるエネルギー回収が示されている。地点a1から地点a2に至る経路の降坂路において、地点pで回収エネルギー qx が最大蓄積量 q_{max} に達する場合には、それ以降は回収ユニット208を機能させない場合(図2(B)における(i))、及び地点pの手前に存在する平坦路w1及びw2におい

$$\Sigma (qn + qn-1 + \dots + qm) \geq QE \quad \dots (3)$$

となる am を算出する。本実施例においては、最終の区間であるa4～最終地の前半に降坂路があり、仮にこの降坂路における回収予定エネルギーが最終蓄積残量 QE 以上である場合には、 $am = a4$ となる。一方、この降坂路における回収予定エネルギーが QE に達しない場合には、その前に存在する地点a3が am となり、 am と最終地との間ではたとえ登坂路であってもトルクアシストは行わず、回収のみを行う。これにより、最終地に達した後の次の走行も円滑に行うことが可能となる。

【0026】図3及び図4には、上述した回収/放出制御を決定するフローチャートが示されている。GPS等を用いて現在地を検索するとともに(S1)、現在の蓄

を HS とすると、各登坂路でのトルクアシスト量(放出量)は、

【数1】

$$\dots (1)$$

エネルギーを回収できる降坂路が存在すると認識できるので、登坂路において蓄積ユニット210に蓄積されたエネルギーを全て使い切ることが可能で、効率的にトルクアシストを行うことができる。

【0021】<降坂路>一方、降坂路においては、基本的にエネルギーを回生するために制御部202は回収ユニット208を機能させるが、その際、回収可能エネルギーは、各降坂路の高低差を hx とすると、

【数2】

$$\dots (2)$$

て放出ユニット212を機能させて平坦路においてトルクアシストを行い全ての降坂路においてエネルギー回収を行う場合(図2(B)における(ii))である。上記(i)あるいは(ii)のいずれの方法も採用できるが、(ii)の方が燃費向上の観点からは望ましい。

【0025】このように、登坂路及び降坂路でそれぞれエネルギー放出及び回生を行い、降坂路が始まる各地点a1、a2、...でエネルギー蓄積量が0になるように経路の各区間で処理を繰り返すが、最終目的地によっては、その地点に到達した時点の蓄積ユニット210の蓄積量を所定量に確保しておきたい場合も生じる。例えば、最終目的地が谷間などの場合には、次に走行する場合には登坂路でトルクアシストを行う可能性があり、そのために必要なエネルギーを確保しておく必要がある。そこで、本実施例では、上述の処理に加え、最終目的地に必要なエネルギー蓄積量 QE を得るために、最終目的地から経路を逆にたどって、各降坂路での回収予定エネルギーの総和が最終蓄積残量 QE 以上となる降坂路の開始地点 am を算出する。すなわち、

【数3】

積エネルギー量 QS を算出し(S11)、制御部202に供給する。そして、操作者が目的地と最終地における残量 QE を入力装置104から入力すると(S101)、経路検索部108はこの目的地に至るまでの経路を公知のダイキストラ法等を用いて探索し(S102)、探索して得られた経路を評価する(S103)。具体的には、得られた経路を表示装置102上に表示して操作者に提示し、この経路が許容できるか否かを判断することにより行われる。操作者が許容できる経路である場合には、通信制御部106はそのデータを回生システム200に送信する。また、地図データベースからその経路上の各地点における標高データを取得し、回生システム2

00に送信する。回生システム200の制御部202は、受信した経路データ及び経路の標高データから、図2(A)に示すような経路の勾配地図を作成する(S104)。勾配地図が作成された後、制御部202は経路から降坂路のみを検索し(S105)、その高低差が所定値以上あるか否かを判定する(S106)。この判定処理は、高低差のほとんどない降坂路では回収できるエネルギーも微小であるため、制御上は降坂路とみなさないようにするためである。所定値以上の高低差を有し、ある程度回収エネルギーが見込まれる降坂路を探索すると、制御部202は、これら降坂路の開始地点を順にa1、a2、・・・と決定する(S107)。

【0027】降坂路の開始地点を決定した後、次に現在地が最初の降坂路の開始地点a1か否かを判定する(S108)。現在地が降坂路の開始地点でない、すなわち

$$q_{\max 1} = q_{\max} - Q_s$$

により算出した上で各降坂路での回収可能エネルギーを算出する(S113、S114)。そして、最初の降坂路での回収可能エネルギーq1がq_{max1}を超えるか否かを判定し(S114)、超えない場合にはQ1をq1とし(S115)、超える場合にはQ1をq_{max1}とする(S116)。q2以降については、S110以降の処理と同様である。

【0028】次に、制御部202は、S101にて入力された最終値残量QEを確保するための地点amを決定する処理に移行する。このため、まずパラメータEを0に初期化し、xを最終のnとする(S201)。そして、Wに順次算出されたQxを最終地側から加算していき、エネルギーEが最終地残量QE以上となるか否かを判

$$A_p = Q_x \cdot H_p / H_s$$

により各登坂路での放出量を決定し(S209)、最大蓄積量を超える降坂路が存在する場合には、

$$A_p = q_x \cdot (H_p + \alpha) / (H_s + \alpha \cdot p) \quad \dots (6)$$

により登坂路での放出量を決定する(S210)。ここで、(6)式におけるαは平坦路で放出ユニット212を機能させてトルクアシストを行うためのパラメータで

$$\alpha = \{ (q_x - q_{\max}) / q_{\max} \} \cdot H_s / p \quad \dots (7)$$

で算出される。なお、(5)式にパラメータαがないことから明らかなように、回収可能エネルギーq_xが最大蓄積量q_{max}を超えない場合には、平坦路でトルクアシストが行われることはない。

【0030】現在地から地点amまでの登坂路、降坂路、平坦路での回収量/放出量が決定された後、最後の区間である地点amから最終地までは、その区間に存在する降坂路において回収ユニット208を機能させ、入力されたQEに相当するエネルギーを回収し、蓄積ユニット210に蓄積する(S211)。

【0031】このようにして各区間での放出/回収スキームが決定されると、制御部202はその制御内容をメモリに格納しておき、ナビゲーションシステム100が

走行を開始するとすぐに登坂路あるいは平坦路である場合には、制御部202は(2)式に従って次の開始地点a2までに存在する各降坂路での回収可能エネルギーq_xを算出する(S109)。そして、各降坂路での回収可能エネルギーq_xを最大蓄積量q_{max}と比較し(S110)、超えない場合には得られるエネルギー量Q_xをq_xとし(S112)、超える場合にはQ_xをq_{max}とする(S111)。一方、現在地が降坂路の開始地点である場合、すなわち走行を開始するとすぐに降坂路である場合には、現在の蓄積エネルギーがQ_sであるので、最初の降坂路ではこのQ_sに回収エネルギーが加算されることになる。そこで、最初の降坂路における最大蓄積量q_{max1}を

【数4】

$$\dots (4)$$

定する(S202、S203、S204)。エネルギーEがQEを超えた場合にその時のXの値をmとしてamを決定する(S205)。

【0029】最終目的地から経路を逆にたどって、各降坂路での回収予定エネルギーの総和が最終蓄積残量QE以上となる降坂路の開始地点amを決定した後、各区間の登坂路及び平坦路を検索する(S206)。次に、登坂路における高度差H_xを算出するとともに、その総和H_s = H₁ + H₂ + ... + H_pを算出する(S207)。そして、S109にて算出された回収可能エネルギーq_xと最大蓄積量q_{max}を比較し、全ての降坂路で最大蓄積量を超えない場合には、

【数5】

$$\dots (5)$$

【数6】

あり、例えば

【数7】

ら得られた現在地と格納した制御内容を照合し、現在位置に応じて放出/回収制御を実行していく。

【0032】以上述べたように、本実施例では、経路探索で得られた走行予定経路の標高データ(勾配データ)に基づいて、最適のエネルギー効率が得られるように放出/回収スキームを予め決定し、これに従って放出/回収制御を行うので、登坂路の途中で蓄積ユニット(バッテリー)に蓄積されたエネルギーがなくなり、トルクアシストが必要であるにもかかわらずトルクアシストができない、あるいは長い降坂路の途中で最大蓄積量をオーバーしてしまい、利用できるはずのエネルギーを回収できないなどの問題を解消することができる。

【0033】以上の実施例では、車載のナビゲーション

システム内で車両の走行予定経路を求め、それに基づいて車載誘導機を制御していたが、路側ビーコンを利用するシステムでは走行予定経路を路側で計算させ、それを車両側に送信することで、車両の走行予定経路を入手するようにしてもよい。

【0034】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、走行経路によらず効率良く電力の供給／回生を行うことができ、従来システムに比べてより一層の燃費向上を図ることができる。

【0035】また、本発明は、走行予定経路の勾配データを利用するものであり、従って、従来においては利用

率の低かった地図データに含まれる標高データを有効に活用することができる利点もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例の構成ブロック図である。

【図2】 本発明の制御タイミングチャートである。

【図3】 本発明の実施例の制御決定フローチャートである。

【図4】 本発明の実施例の制御決定フローチャートである。

【符号の説明】

100 ナビゲーションシステム、200 回生システム、202 制御部、204 通信制御部、206 変速制御部、208 回収ユニット、210 蓄積ユニット、212 放出ユニット（アシスト）、10 車速、12 スロットル、14 シフト位置、16 ブレーキSW、18 エンジン回転

【図1】

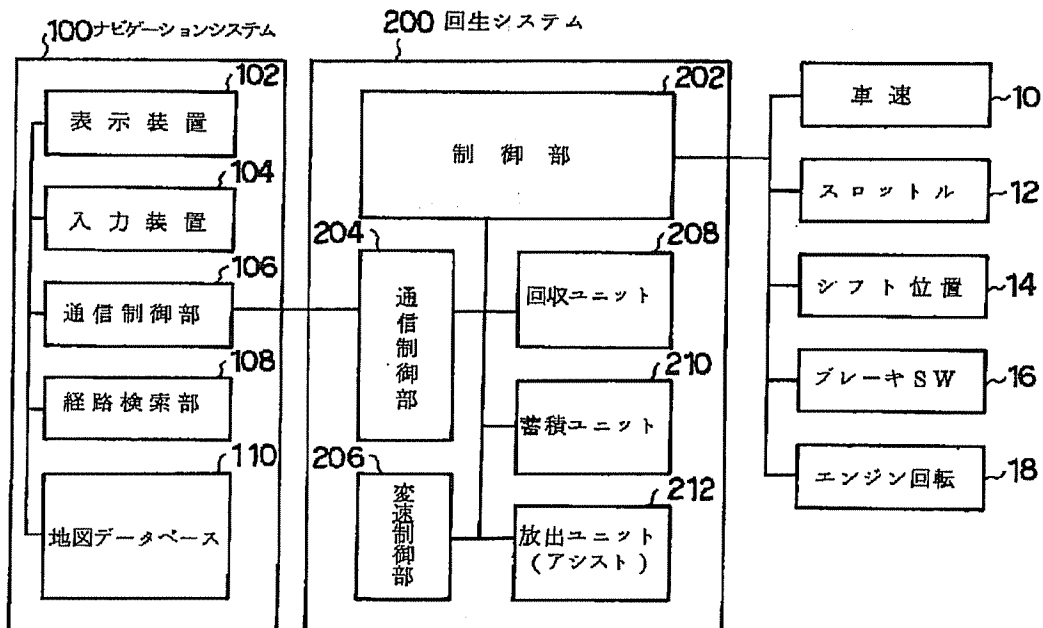
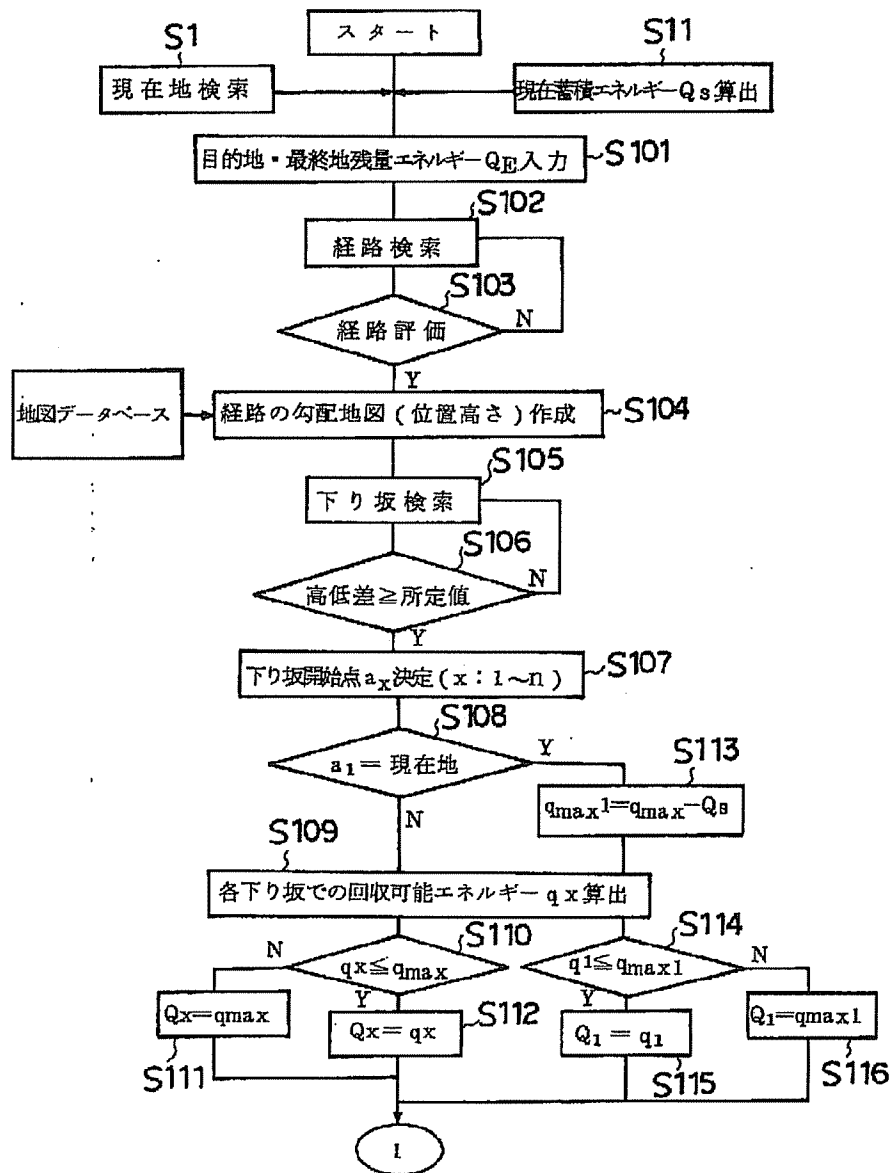


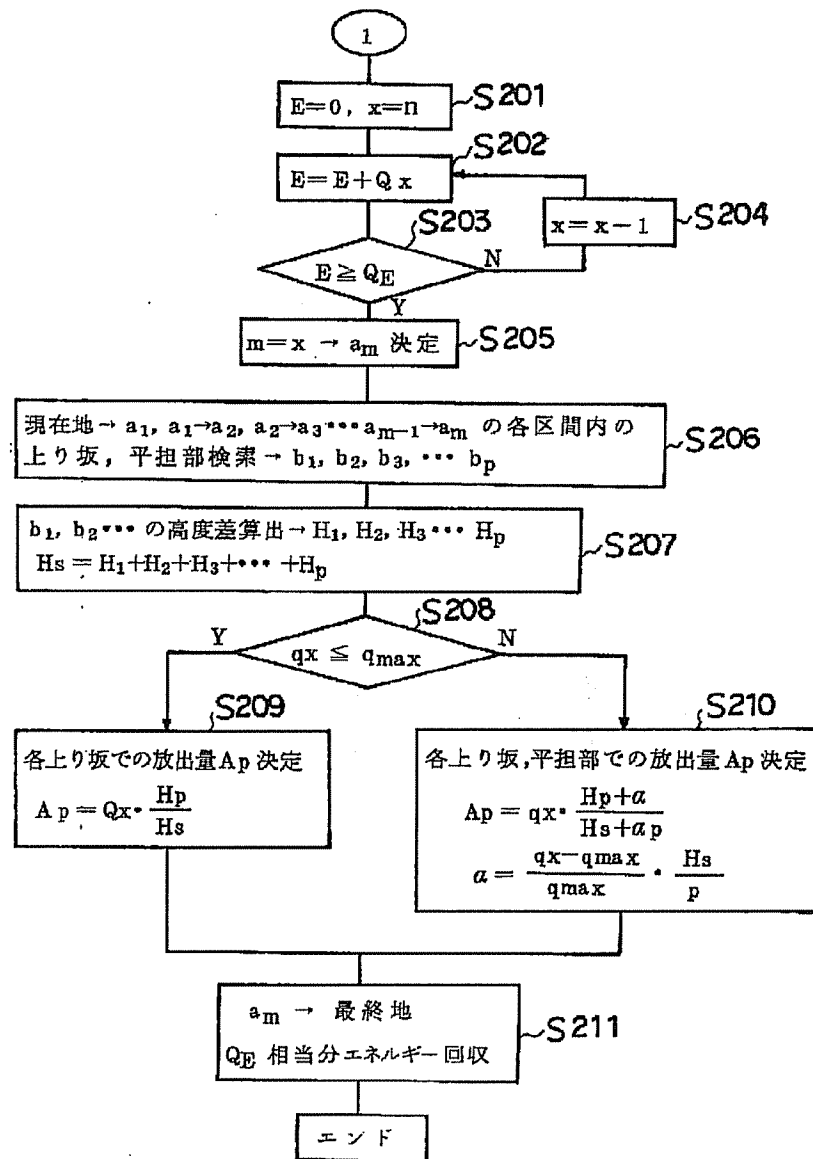
Figure 1 consists of five vertically aligned diagrams labeled (A) through (E), illustrating the relationship between terrain, energy storage, and water flow. The diagrams are aligned vertically, with horizontal dashed lines connecting corresponding points across them.

- (A) 位置高さ (Positional Height):** A cross-section of terrain. The vertical axis is labeled "位置高さ" (Positional Height). The horizontal axis is labeled "現在地" (Current Ground) on the left and "最終地" (Final Ground) on the right. The terrain profile is shown with points a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 and widths w_1, w_2 . The vertical axis is also labeled "高" (High) and "低" (Low).
- (B) エネルギー蓄積量 (Energy Storage):** A cross-section showing energy storage. The vertical axis is labeled "エネルギー蓄積量" (Energy Storage). The horizontal axis is labeled "現在地" (Current Ground) on the left and "最終地" (Final Ground) on the right. The profile shows points $q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_E$. A dashed line represents the "平均路" (Average Path) with points (i) and (ii). The vertical axis is also labeled "100% (qmax)", "50%", and "0".
- (C) 回収量 (Recapture):** A bar chart showing recapture. The vertical axis is labeled "回収量" (Recapture). The horizontal axis is labeled "現在地" (Current Ground) on the left and "最終地" (Final Ground) on the right. The bars represent recapture at points a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 . The vertical axis is also labeled "0" and "qmax 超" (exceeds qmax).
- (D) 放出量 (Discharge):** A bar chart showing discharge. The vertical axis is labeled "放出量" (Discharge). The horizontal axis is labeled "現在地" (Current Ground) on the left and "最終地" (Final Ground) on the right. The bars represent discharge at points a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 . The vertical axis is also labeled "0".
- (E) 経路 (Path):** A bar chart showing the path. The vertical axis is labeled "経路" (Path). The horizontal axis is labeled "現在地" (Current Ground) on the left and "最終地" (Final Ground) on the right. The bars represent the path at points a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 . The vertical axis is also labeled "0".

【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

H02K 23/52

識別記号

庁内整理番号

FI

H02K 23/52

技術表示箇所